

教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会规划教材

The Establishment of
Mechanical Machining Technology

机械加工工艺制订

主 编 李 文
副主编 董先智 于淑贞 李新华



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·21世纪高职高专精品规划教材
教育部高职高专自动化技术类专业教指委规划教材

机械加工工艺制订

主 编: 李 文

副主编: 张永花

主 审: 吕景泉



内 容 简 介

本书以减速器的加工工艺过程为典型案例,分六个任务进行基于工作过程系统化的学习和训练。主要内容为减速器加工工艺总体分析、轴类零件加工工艺制订、箱体加工工艺制订、齿轮加工工艺制订、减速器装配工艺制订等,并增加了能力拓展模块,使学生在任务中学习,在学习中工作,着力培养学生分析问题、解决问题、实际操作能力和可持续发展能力。本书比较系统地将机械制造生产中所涉及的工程材料及加工工艺方法融入到六个任务中,同时也介绍了有关机械制造的新材料、新工艺、新技术及其发展趋势。

本书是在充分调研的基础上,以实际工作过程中典型零件的工艺编制过程为教学载体,将实际工艺岗位应掌握的核心知、技、能点,按照从简单到复杂的认知规律编写而成。编写思路注重引发学生兴趣和实践能力培养,全篇文字简练、图文并茂、设计精美。

全书可作为高职院校机类、近机类专业的技术基础教材,适量删减后可用于非机类专业技术基础课教学,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺制订 / 李文主编. — 天津: 天津大学出版社, 2010.7

教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会规划教材

ISBN 978-7-5618-3455-8

I. ①机… II. ①李… III. ①机械加工-工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 112998 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内 (邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网 址 www.tjup.com

印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 8.75

字 数 219 千

版 次 2010 年 7 月第 1 版

印 次 2010 年 7 月第 1 次

印 数 1—3000

定 价 34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

《机械加工工艺制订》是在教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》的指导下，以精简理论、注重应用、拓宽知识面、强化能力培养为基本原则进行编写的。

在编写过程中，《机械加工工艺制订》在以下几个方面进行了探索和尝试。

1. 创新课程体系，优化课程内容。致力于构建“基于工作过程系统化”课程的教材体系建设。在进行充分调研的基础上，调整教学思路，总结近年来工程材料及机械加工工艺制订系列课程改革经验，在内容编排上，力求保证内容的先进性、实用性和相对稳定性。

2. 强化核心技能，适应工程需求。顺应制造工程的实际需要，将企业岗位需要的技术能力，依据工作过程进行序化后融入教材中，对基本的工艺装备知识和工艺方法进行了必要加强，强化专业核心能力培养，同时增加部分先进制造技术内容，锻炼学生岗位适应能力。

3. 提供案例分析，重视实操训练。以减速器为主要教学载体，从产品实际加工过程入手，强化工艺系统概念的建立；从机械工艺装备的选用、加工方案的选择、零部件结构工艺性，到工艺路线，安排循序渐进的学习训练，将机械设计、制造和设备管理方法进行有机结合，主动适应技术、经济和社会发展对高素质人才的需求。

4. 紧贴企业实际，执行最新标准。该教材由企业一线技术专家和有多年教学经验的双师型教师共同编写而成。体现工程新技术、新知识，紧贴企业工作需求，再现实际工作过程。力求简明扼要、深入浅出、重点突出、体系完整。

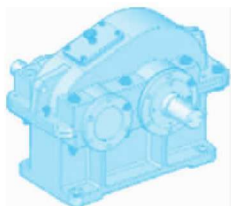
5. 编写形式新颖，提高学习兴趣。将学习任务与工作过程相结合，增强了教材的实践性、趣味性和可读性，更有利于学生循序渐进地学习。

本书由天津中德职业技术学院李文教授（国家级教学团队负责人）任主编，山东日照职业技术学院张永花任副主编，参加编写的还有山东职业学院李新华，天津中德职业技术学院姚冀涛、杜慧起，天津圣威科技发展有限公司魏所库，合时自动化（天津）有限公司肖国成，天津华利汽车有限公司康恩平，滁州职业技术学院张信群。在编写过程中得到了各有关院校和企业专家的大力支持，同时吸收了同行教师对编写工作提出的宝贵意见，在此一并致谢。此外，在编写时还参阅了相关网上资源和文献资料，在此对有关出版社和作者表示衷心感谢。由于编者水平和经验所限，书中难免有不妥之处，敬请同行和读者批评指正。

该书主要适用于高职高专机械类和近机类专业学习，也可作为职业大学、业余大学、函授大学学生的教材及供有关工程技术人员参考。

编者
2013年2月

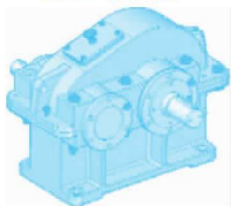
目 录



任务一

机械加工工艺认知与企业见习

任务目标	1
任务描述	2
● 任务内容	2
● 实施条件	2
程序与方法	2
步骤一 见习准备	2
步骤二 企业见习	3
步骤三 见习总结	20
巩固与拓展	20



任务二

轴类零件加工工艺编制

任务目标	21
任务描述	22
● 任务内容	22
● 实施条件	24
● 轴类零件概述	24
程序与方法	26
步骤一 计算零件的生产纲领、确定生产类型	26
步骤二 结构及技术要求分析	26
步骤三 材料和毛坯选取	28
步骤四 定位基准的选择	30
步骤五 加工方法及加工方案选择	35
步骤六 加工顺序的安排	40
步骤七 加工刀具的选择	43
步骤八 加工设备的选择及工件的装夹	51
步骤九 加工余量和工序尺寸的确定	57
步骤十 加工工时定额的制订	65
步骤十一 工艺文件的填写	67

巩固与拓展	70
-------------	----



任务三 齿轮加工工艺编制

任务目标	74
任务描述	74
● 任务内容	74
● 实施条件	75
● 齿轮零件简介	75
程序与方法	75
步骤一 计算零件的生产纲领、确定生产类型	75
步骤二 结构及技术要求分析	77
步骤三 材料及毛坯选取	79
步骤四 定位基准的选择	83
步骤五 加工方法及加工方案选择	84
步骤六 加工设备选择及工件装夹	93
步骤七 齿轮热处理方法确定	103
步骤八 加工余量和工序尺寸的确定	106
步骤九 工艺卡片填写	107
巩固与拓展	109



任务四 箱体零件加工工艺编制

任务目标	112
任务描述	112
● 任务内容	112
● 实施条件	112
● 箱体零件简介	112
程序与方法	114
步骤一 生产类型的确定与结构技术要求分析	114
步骤二 材料、毛坯及热处理	115
步骤三 工艺过程分析及基准选择	118
步骤四 加工方法及加工方案选择	121
步骤五 加工顺序的安排与刀具的选择	133
步骤六 加工装备的选择及工件的装夹	134

步骤七 加工余量和工序尺寸的确定	135
步骤八 箱体的检验	137
步骤九 工艺文件的填写	139
巩固与拓展	142



任务五 减速器装配工艺编制 145

任务目标	146
任务描述	146
● 任务内容	146
● 实施条件	146
● 装配的基本概念	146
● 减速器简介	146
程序与方法	147
步骤一 装配工艺认知	147
步骤二 生产类型的确定及结构技术要求分析	153
步骤三 装配方法的选择与装配顺序的安排	156
步骤四 划分装配工序	160
步骤五 工艺文件的填写	161
巩固与拓展	163

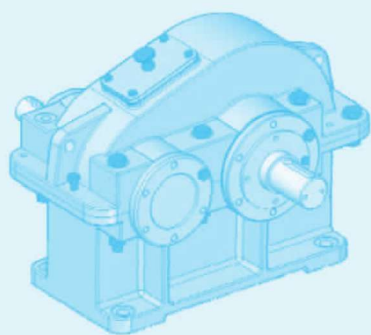


任务拓展 了解绿色制造工艺 165

任务目标	166
任务内容	166
● 绿色制造技术的产生背景	166
● 绿色制造的概念和发展	166
● 国内外绿色制造技术研究现状	167
● 浅谈机加工中的绿色制造技术	167
● 基于绿色制造的新型机械制造工艺	169

参考文献	179
------	-----

机械加工工艺制订



任务一

机械加工工艺认知与
企业见习

任务目标

通过本任务的学习,学生达到以下目标:

- ☐ 熟悉常用防护用品及其使用注意事项;
- ☐ 了解企业的一般管理规定等;
- ☐ 了解产品的一般生产过程;
- ☐ 熟悉机械加工工艺规程概念,了解其制订步骤及制订原则;
- ☐ 了解总结报告要求及其一般格式。

任务描述

● 任务内容

通过企业见习,了解企业生产过程、生产纲领、工序、工步及安全生产等基本知识,熟悉常用机械加工工艺文件、常用机床设备种类、加工范围等,体验企业生产的内容、方法和要求。

● 实施条件

- (1) 生产车间或校内外实训基地,供学生参观见习。
- (2) 工作服、安全帽、防护眼镜等劳保用品若干套,供学生参观见习时穿戴。

程序与方法

步骤一 见习准备



相关知识

机床旋转速度快、力矩大,存在较多不安全因素,为防止衣服、发辫被卷进机器,手被旋转的刀具擦伤,企业见习时,要穿戴劳保用品,遵守劳动纪律。常见的劳保用品有安全帽、工作服、防护眼镜等。

一、防护眼镜

防护眼镜(见图1-1)主要用于防止金属或砂石碎屑等对眼睛的机械损伤。眼镜片和眼镜架应结构坚固,抗打击。框架周围装有遮边,其上应有通风孔。防护镜片可选用钢化玻璃、胶质黏合玻璃或铜丝网防护镜。

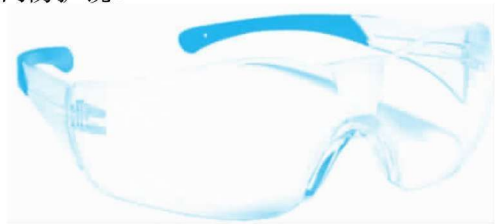


图1-1 防护眼镜

二、安全帽

安全帽(见图1-2)主要用于防止留长发的工人的发辫卷进机器而受伤。发辫要盘在安全帽内,不准露出帽外。



图1-2 安全帽

三、工作服

工作服(见图1-3)主要用于防止工人皮肤遭受机械外伤、热辐射烧伤。工人操纵机械时,穿着工作服应坚持“三紧”原则,即“袖口紧、领口紧、下摆紧”。



实践

按照“三紧”原则穿着工作服;留长发的学生带上安全帽,注意头发盘在工作帽内,不准露出帽外;进行机械加工前戴上防护眼镜,但不应戴手套、围巾。



图1-3 工作服

步骤二 企业见习



相关知识

一、生产过程

生产过程(见图1-4)是将原材料转变为成品所需的劳动过程总和,包括生产技术准备过程、生产工艺过程、辅助生产过程和生产服务过程等四部分。



图1-4 生产过程

1. 生产技术准备过程

生产技术准备过程包括产品投产前的市场调查分析、产品研制、技术鉴定等。

2. 生产工艺过程

在生产过程中,凡是改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质,使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程,包括毛坯制造,零件加工,部件和产品装配、调试、油漆和包装等。

工艺就是制造产品的方法。采用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等,使其成为零件的过程称为机械加工工艺过程。

3. 辅助生产过程

辅助生产过程是为使基本生产过程能正常进行,所必经的辅助劳动过程总和,包括工艺装备的设计制造、能源供应、设备维修等。

4. 生产服务过程

生产服务过程是为保证生产活动顺利进行而提供的各种服务性工作,包括原材料采购、运输、保管、供应及产品包装、销售等。

由上述过程可以看出,机械产品的生产过程是相当复杂的。为了便于组织生产,现代机械工业的发展趋势是组织专业化生产,即一种产品的生产分散在若干个专业化工厂进行,最后集中由一个工厂制成完整的机械产品。例如,制造机床时,机床上的轴承、电机、电器、液压元件甚至其他许多零部件都是由专业厂生产的,最后由机床厂完成关键零部件和配套件的生产,并装配成完整的机床。专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和产品的系列化,从而能在保证质量的前提下,提高劳动生产率和降低成本。

二、机械加工工艺过程

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的,而工序又可分为安装、工位、工步,如图 1-5 所示。

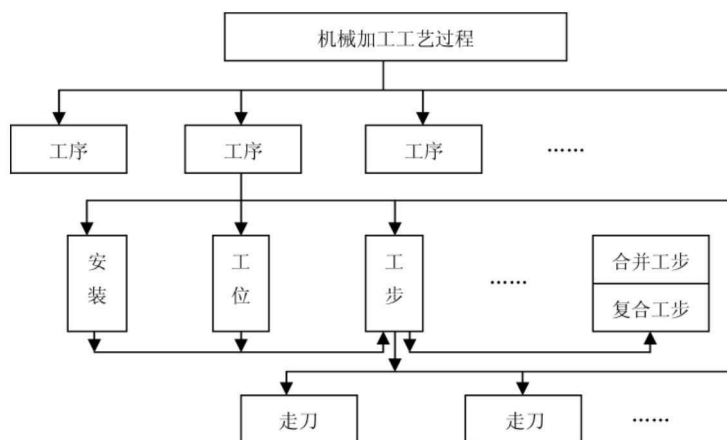


图 1-5 机械加工工艺过程

1. 工序

一个或一组工人,在一个工作地对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工

艺过程,称为工序。

区分工序的主要依据是设备(或工作地)是否变动和完成的那一部分工艺内容是否连续。零件加工的设备变动后,即构成另一新工序。

案例:如图 1-6 所示的阶梯轴,根据加工是否连续和机床变换情况,小批量生产时,可划分为表 1-1 所示的三道工序;大批量生产时,则可划分为表 1-2 所示的五道工序;单件生产时,可划分为表 1-3 所示的两道工序。

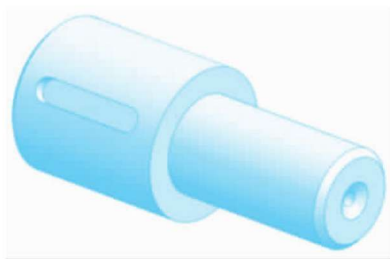


图 1-6 阶梯轴

表 1-1 小批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面,钻中心孔;掉头车另一端面,钻中心孔	车床
2	车大端外圆及倒角;车小端外圆及倒角	车床
3	铣键槽;去毛刺	铣床

表 1-2 大批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	铣端面,钻中心孔	中心孔机床
2	车大端面外圆及倒角	车床
3	车小端面外圆及倒角	车床
4	铣键槽	立式铣床
5	去毛刺	钳工设备

表 1-3 单件生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面,钻中心孔;掉头车另一端面,钻中心孔;车大端外圆及倒角;车小端外圆及倒角	车床
2	铣键槽;去毛刺	铣床

2. 工步与走刀

在加工表面(或装配时的连接表面)和加工(或装配)工具不变的条件下所连续完成的那部分工艺过程,称为工步。一个工序可以包括几个工步,也可以只包括一个工步。

一般来说,构成工步的任一要素(加工表面、刀具及加工连续性)改变后,即成为一个新工步。但下面指出的情况应视为一个工步。

(1) 对于那些一次装夹中连续进行的若干相同的工步应视为一个工步。

(2) 为了提高生产率,有时用几把刀具同时加工一个或几个表面,此时也应视为一个工步,称为复合工步。

案例:如表 1-3 中的工序 1,每个安装中都有车端面、钻中心孔两个工步。

案例:如图 1-7 所示的零件,在同一工序中,连续钻削 4 个 $\phi 15$ 的孔,可看做一个工步。

在一个工步内,若被加工表面切去的金属层很厚,需分几次

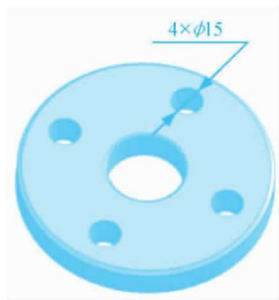


图 1-7 简化相同工步

切削,则每进行一次切削就是一次走刀。一个工步可以包括一次走刀或几次走刀。

3. 安装与工位

工件在加工前,在机床或夹具上先占据一正确位置然后再夹紧的过程,称为装夹。工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工艺内容称为安装。在一道工序中可以有多个安装。工件加工中应尽量减少装夹次数,因为多一次装夹就多一次装夹误差,而且增加了辅助时间。因此,生产中常用各种回转工作台、回转夹具或移动夹具等,以便在工件一次装夹后可使其处于不同的位置加工。

为完成一定的工序内容,一次装夹工件后,工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备固定部分所占据的每一个位置,称为工位。

案例:如表 1-3 中的工序 1 需进行两次装夹:先装夹工件一端,车端面、钻中心孔,称为安装 1;再掉头装夹,车另一端面、钻中心孔,称为安装 2。

案例:如表 1-2 中工序 1 铣端面、钻中心孔,就是两个工位。

提示:

工件在加工中应尽量减少装夹次数,因为多一次装夹,就会增加装夹的时间,同时还会增加装夹误差。

三、机械加工工艺规程

机械加工工艺规程是规定零件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件之一。它是在具体的生产条件下,把较为合理的工艺过程和操作方法,按照规定的形式书写成的工艺文件,经审批后用来指导生产。

常用的工艺文件格式有机械加工工艺过程卡、机械加工工艺卡及机械加工程序卡等三种。

1. 机械加工工艺过程卡

机械加工工艺过程卡是以工序为单位,简要说明整个零件加工所经过的工艺路线过程(包括毛坯制造、机械加工和热处理)的一种工艺文件。工艺过程卡中各工序的内容较简要,一般不能直接指导工人操作,多作为生产管理使用,但在单件小批生产中,由于不编制其他工艺文件,而以工艺过程卡指导生产。工艺过程卡格式如表 1-4 所示。

2. 机械加工工艺卡

机械加工工艺卡是以工序为单位,详细说明整个工艺过程的工艺文件,用来指导工人进行生产,帮助车间管理人员和技术人员掌握整个零件的加工过程,多用于成批量生产的零件和小批生产中的重要零件。工艺卡格式如表 1-5 所示。

3. 机械加工程序卡

机械加工程序卡是在工艺过程卡的基础上,按每道工序内容所编制的一种工艺文件,一般具有工序简图、每道工序详细的加工内容、工艺参数、操作要求和加工设备及工艺设备等,是具体指导工人加工操作的技术文件,多用于大批量生产的零件或成批生产中的重要零件。工序卡格式如表 1-6 所示。

提示:

工艺规程制订的原则是在保证产品质量的前提下,尽量降低产品成本。制订时应注意下列问题。

- (1) 在保证加工质量的基础上,应使工艺过程有较高的生产效率和较低的成本。
- (2) 应充分考虑和利用现有生产条件,尽可能做到平衡生产。
- (3) 尽量减轻工人劳动强度,保证安全生产,创造良好、文明的劳动条件。
- (4) 积极采用先进技术和工艺,力争减少材料和能源消耗,并应符合环境保护要求。

四、生产纲领及生产类型

企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划称为生产纲领。零件在计划期为一年的生产纲领 N 可按下式计算:

$$N = Qn(1 + a)(1 + b)$$

式中 Q ——产品的年生产纲领(台/年);

n ——每台产品中该零件的数量(件/台);

a ——备品的百分数;

b ——废品的百分数。

生产类型是企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。一般分为大量生产、批量生产和单件生产三种类型。生产类型的划分,主要取决于生产纲领,即年产量。同一种零件生产类型不同,其加工工艺有很大的不同,如表 1-7 所示。

表 1-7 生产类型表

		单件生产	批量生产			大量生产
			小批量生产	中批量生产	大批量生产	
生产类型	重型机械	<5	5 ~ 100	100 ~ 300	300 ~ 1 000	> 1 000
	中型机械	<20	20 ~ 200	200 ~ 500	500 ~ 5 000	> 5 000
	轻型机械	<100	100 ~ 500	500 ~ 5 000	5 000 ~ 50 000	> 50 000
工艺特点	毛坯的制造方法及加工余量	自由锻造,木模手工造型;毛坯精度低,余量大		部分采用模锻,金属模造型;毛坯精度及余量中等		广泛采用模锻、机械造型等高效方法;毛坯精度高,余量小
	机床设备及机床布置	通用机床按机群式排列;部分采用数控机床及柔性制造单元		通用机床和部分专用机床及高效自动机床;机床按零件类别分工段排列		高效专用夹具;定程及自动测量控制尺寸
	夹具及尺寸保证	通用夹具,标准附件或组合夹具;划线试切保证尺寸		通用夹具,专用或组合夹具;定程法保证尺寸		高效专用夹具;定程及自动测量控制尺寸
	刀具、量具	通用刀具,标准量具		专用或标准刀具、量具		专用刀具、量具,自动测量